

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月30日

出願番号

Application Number:

特願2002-221405

[ST.10/C]:

[JP 2002-221405]

出願人

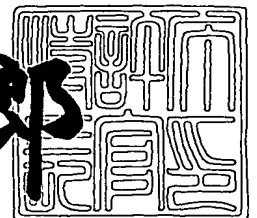
Applicant(s):

日本航空電子工業株式会社

2003年 5月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3039236

【書類名】 特許願

【整理番号】 JAE02N6934

【提出日】 平成14年 7月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号 日本航空電子工業株式会社内

【氏名】 加藤 嘉睦

【特許出願人】

【識別番号】 000231073

【氏名又は名称】 日本航空電子工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100066153

【弁理士】

【氏名又は名称】 草野 卓

【選任した代理人】

【識別番号】 100100642

【弁理士】

【氏名又は名称】 稲垣 稔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002897

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708750

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 微小可動デバイス

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固定電極基板と、アンカー部およびフレクチュアを介して支持フレームに結合保持されて固定電極基板との間に所定間隔を有する可動電極板とを有し、固定電極基板と可動電極板との間に電圧を印加して静電気力により可動電極板を駆動してこれを固定電極基板に吸着保持せしめるマイクロマシニング技術を適用して製造された微小可動デバイスにおいて、

固定電極基板と可動電極板との間に印加する電圧として周期的に極性を変化する電圧を発生する電圧源を接続せしめたことを特徴とする微小可動デバイス。

【請求項 2】 請求項 1 に記載される微小可動デバイスにおいて、

固定電極を絶縁被膜を介して固定電極基板表面に独立して形成したことを特徴とする微小可動デバイス。

【請求項 3】 請求項 1 および請求項 2 の内の何れかに記載される微小可動デバイスにおいて、

周期的に極性を変化する電圧は正弦波、矩形波、三角波の内から選択された何れかであることを特徴とする微小可動デバイス。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 の内の何れかに記載される微小可動デバイスにおいて、

周期的に極性を変化する電圧は、第 2 の状態から第 1 の状態に変化する遷移期間のみ、固定電極基板に可動電極板を吸着保持せしめるに必要とされる吸着保持電圧と比較して大としたことを特徴とする微小可動デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、微小可動デバイスに関し、特に、周期的に極性を変化する電圧を固定電極板と可動電極板との間に印加して可動電極板を駆動する微小可動デバイスの可動電極板の固定電極基板に対する貼り付きを防止する微小可動デバイスに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来例を図 6 を参照して説明する。図 6 は微小可動デバイスを光スイッチとして例示している。図 6 (a) は従来例を上から見た図、図 6 (b) は図 6 (a) の線 b - b ' に沿った断面を示す図である。

図 6 において 1 0 は支持フレーム、 1 1 はアンカー部、 2 1 はフレクチュア、 2 は可動電極板、 8 は固定電極基板、 8 3 は電極、 8 4 は接地電極、 8 5 は酸化シリコン被膜より成る絶縁被膜である。これらの構成部材はシリコンより成る原材料基板に、順次に、薄膜成膜技術およびエッチング技術を含むマイクロマシニング技術を適用することにより製造される。ここで、可動電極板 2 はフレクチュア 2 1 およびアンカー部 1 1 を介して支持フレーム 1 0 に結合している。フレクチュア 2 1 は図示される通りの枠形に構成されている。 1 2 は原材料基板を貫通して形成された座ぐり孔である。即ち、原材料基板は、図 6 に示される通りの支持フレーム 1 0 に加工され、この支持フレーム 1 0 に一体に、左方のアンカー部 1 1 およびフレクチュア 2 1 、可動電極板 2 、右方のフレクチュア 2 1 およびアンカー部 1 1 が形成される。そして、可動電極板 2 の上面にミラー 3 を形成する。

【 0 0 0 3 】

ここで、以上の光スイッチによるスイッチング動作を説明する。 4 は出射側光ファイバ或は光導波路であり、 5 ' は入射側光ファイバ或いは光導波路である。図示される状態は、出射側光ファイバ 4 を介して伝送されてきた光がその端面から出射して空間を伝播し、ミラー 3 において反射し、入射側光ファイバ 5 に入射して伝送される状態を示す。この状態を定常状態とし、ここで、先の両電極間に電圧を印加して両電極間に吸引する向きの静電力が発生すると、可動電極板 2 は下向きに駆動され、フレクチュア 2 1 が変形することにより下方に変位する。可動電極板 2 が下方に変位することによりこの上面に形成されているミラー 3 も下方に変位し、ミラー 3 は出射側光ファイバ 4 端面から出射する光の光路から下方に変位して外れる。これにより、遮断されていた空間伝播光は直進して入射側光ファイバ 5 ' に入射し、これを介して伝送される。入射側光ファイバ 5 に対する

反射光は消失する。以上の通り、入射側光ファイバ 5 と入射側光ファイバ 5' に對して光路の切り替えを光導波路を介することなしに空間的に実施することができる。

【 0 0 0 4 】

【發明が解決しようとする課題】

以上の光スイッチにおいて、可動電極板 2 はその板厚が極く薄く、この可動電極板 2 をアンカー部 1 1 に連結するフレクチュア 2 1 の厚さも極く薄くて弾性復元力が小さい。そして、可動電極板 2 の下面は平滑であり、これに對向する固定電極基板 8 の上面も平滑である。これらの条件の元で、可動電極板 2 の下面が下方に変位して固定電極基板 8 の上面に接触すると、大氣圧、ファン・デル・ワールス力の如き力が作用して両者は相互に吸着し、瞬時には復元せず動作を円滑に行なわない場合が生ずる。即ち、可動電極板 2 と固定電極基板 8 とが接触した場合、可動電極板 2 と固定電極基板 8 の間の電圧を無印加としても可動電極板 2 が元の位置に瞬時には復歸しない貼り付き現象が生起する。

【 0 0 0 5 】

ここで、對向する面の何れか一方に微小突起を形成して可動電極板と固定電極基板の間の接触面積を低減することにより、この相互吸着を阻止する先行例が開発されている。これを図 7 を参照して説明する。図 7 (a) は先行例を上から見た図、図 7 (b) は図 7 (a) の線 b - b' に沿った断面を示す図、図 7 (c) は固定電極基板を上から見た図である。對向する面の何れか一方である固定電極基板 8 の表面に微小突起 1 3 をマトリクス状に形成して可動電極板 2 と固定電極基板 8 の間の接触面積を低減する構造を採用している。しかし、この構成を採用しても、固定電極基板 8 と可動電極板 2 の間に電圧印加中に両者の間の絶縁被膜 8 5 が帯電し、この帯電により可動電極板 2 に静電吸引力が作用して電圧を無印加とした時にもその瞬間に可動電極板 2 が元の位置に復歸せず、復歸に時間遅れが発生する。ところで、この場合、固定電極基板 8 の表面全面に絶縁被膜 8 5 を形成しないで、可動電極板 2 と接触する微小突起 1 3 のみを絶縁体により構成することにより酸化被膜 8 5 が帯電したことの影響を低減することはできるが、影響を皆無とすることはできない。

【 0 0 0 6 】

固定電極基板 8 の表面に絶縁被膜 8 5 を形成しないものとする、帯電の問題は生じないが、吸引時に可動電極板 2 と固定電極基板 8 が接触導通して通電が発生し、電気回路的に好ましくない。

第 2 の先行例として、固定電極基板を導体より成る接触部と吸引部に分離することにより、可動電極板と固定電極基板の接触界面の絶縁膜の帯電の影響を緩和する微小可動デバイスが提案されている。これを図 8 および図 9 を参照して説明するに、図 8 (a) は第 2 の先行例を上から見た図、図 8 (b) は固定電極基板を上から見た図、図 9 (c) は図 8 における線 a - a ' に沿った厚さ方向断面を示す図、図 9 (d) は図 8 における線 b - b ' に沿った厚さ方向断面を示す図、図 9 (e) は図 8 における線 c - c ' に沿った厚さ方向断面を示す図である。

【 0 0 0 7 】

図 8 および図 9 において、固定電極基板 8 の上面には微小突起 1 3 がマトリクス状に形成される。この固定電極基板 8 の微小突起 1 3 を含む上面には酸化シリコン被膜より成る絶縁被膜 8 5 が形成される。金 / クロム 2 層膜より成る第 1 の電極領域 8 7 は絶縁被膜 8 5 により固定電極基板 8 と絶縁された状態にあり、微小突起 1 3 上端間にライン状に亘って連結して形成されている。可動電極板 2 が固定電極基板 8 に静電吸着した時は、可動電極板 2 はこの微小突起 1 3 の上部のみと接触する。ここで、単結晶シリコンより成る固定電極基板 8 自体が第 2 の電極領域 8 8 を構成している。金 / クロム 2 層膜より成る第 1 の電極領域 8 7 は固定電極基板 8 のエッジにおいて第 2 の電極パッド 8 9 に接続すると共に、固定電極基板 8 自体より成る第 2 の電極領域 8 8 はエッジにおいて接地電極 8 4 に接続している。

【 0 0 0 8 】

静電駆動デバイスを解放および吸着状態に切り換え駆動する電圧駆動回路を概念図 1 0 を参照して説明する。図 1 0 (a) は解放状態を示す図である。SW 1 は切り替えスイッチであり、SW 2 はオンオフスイッチである。可動電極板 2 に接続する電極 8 3 は、切り替えスイッチ SW 1 を介して固定電極基板 8 に直接接続すると共に、切り替えスイッチ SW 1 および電源 E を介して固定電極基板 8 に

接続する。可動電極板 2 に接続する電極 8 3 は、更に、オンオフスイッチ S W 2 を介して第 1 の電極領域 8 7 に接続する。

【 0 0 0 9 】

図 1 0 (b) は、オンオフスイッチ S W 2 の可動接点 b と固定接点ハを常に接続状態としておき、切り替えスイッチ S W 1 の可動接点 a を固定接点ロから固定接点イに切り替え接触せしめることにより、電源 E を可動電極板 2 と固定電極基板 8 の間に接続した吸着状態を実現したところを示している。ここで、切り替えスイッチ S W 1 の可動接点 a を固定接点イから固定接点ロに切り替えて可動電極板 2 と固定電極基板 8 の間を電圧無印加とした瞬間、可動電極板 2 と固定電極基板 8 の間は切り替えスイッチ S W 1 を介して同電位となる。そして、可動電極板 2 はオンオフスイッチ S W 2 を介して常に第 1 の電極領域 8 7 に接続しているので可動電極板 2 と第 1 の電極領域 8 7 は同電位である。結局、可動電極板 2 と固定電極基板 8 および第 1 の電極領域 8 7 の 3 者は同電位となる。従って、可動電極板 2 と固定電極基板 8 の間を電圧無印加とした瞬間において、可動電極板 2 は同電位の第 1 の電極領域 8 7 に対向しているので絶縁被膜 8 5 の帯電による影響は受けない。

【 0 0 1 0 】

図 1 0 (c) は、切り替えスイッチ S W 1 の可動接点 a を固定接点ロから固定接点イに切り替え接触せしめて電源 E を可動電極板 2 と固定電極基板 8 の間に接続すると同時に、オンオフスイッチ S W 2 の可動接点 b を固定接点ハから解放して吸着状態を実現したところを示している。この吸着状態において、第 1 の電極領域 8 7 は電源 E から浮動状態にある。従って、可動電極板 2 から放射される電気力線は、可動電極板 2 と等しい大面積の第 1 の電極領域 8 7 および絶縁被膜 8 5 を介して固定電極基板 8 に到達することができる。図 1 0 (c) の電圧駆動回路も可動電極板 2 と固定電極基板 8 の間を電圧無印加とした瞬間において、可動電極板 2 は同電位の第 1 の電極領域 8 7 に対向しているので絶縁被膜 8 5 の帯電による影響は殆ど受けない点で、図 1 0 (b) の電圧駆動回路と同等である。

【 0 0 1 1 】

図 1 0 (c) の電圧駆動回路は、図 1 0 (b) の電圧駆動回路と比較して駆動

電圧を低くすることができる。通常、固定電極基板 8 の接地電極 8 4 を接地し、可動電極板 2 側の電極 8 3 および電極パッド 8 9 に電圧を印加する。

この第 2 の先行例は電極構造、電圧駆動回路が複雑であること、絶縁部を完全に被覆することは困難であるという問題を有する。

この発明は、固定電極板と可動電極板との間に直流電圧を印加する代わりに周期的に極性を変化する電圧を印加して可動電極板を駆動することにより、微小可動デバイスの可動電極板の固定電極基板に対する貼り付きを防止する微小可動デバイスを提供するものである。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1：固定電極基板 8 と、アンカー部 1 1 およびフレクチュア 2 1 を介して支持フレーム 1 0 に結合保持されて固定電極基板 8 との間に所定間隔を有する可動電極板 2 とを有し、固定電極基板 8 と可動電極板 2 との間に電圧を印加して静電気力により可動電極板 2 を駆動してこれを固定電極基板 8 に吸着保持せしめるマイクロマシニング技術を適用して製造された微小可動デバイスにおいて、固定電極基板 8 と可動電極板 2 との間に印加する電圧として周期的に極性を変化する電圧を発生する電圧源 e を接続せしめた微小可動デバイスを構成した。

そして、請求項 2：請求項 1 に記載される微小可動デバイスにおいて、固定電極を絶縁被膜を介して固定電極基板表面に独立して形成した微小可動デバイスを構成した。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 3：請求項 1 および請求項 2 の内の何れかに記載される微小可動デバイスにおいて、周期的に極性を変化する電圧は正弦波、矩形波、三角波の内から選択された何れかであることを特徴とする微小可動デバイスを構成した。

更に、請求項 4：請求項 1 ないし請求項 3 の内の何れかに記載される微小可動デバイスにおいて、周期的に極性を変化する電圧は、第 2 の状態から第 1 の状態に変化する遷移期間のみ、固定電極基板に可動電極板を吸着保持せしめるに必要とされる吸着保持電圧と比較して大とした微小可動デバイスを構成した。

以上の構成を採用することにより、複雑な形状構造の可動電極板および固定電

極基板を構成する必要なしに可動電極板の固定電極基板に対する貼り付きを防止することができる。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

この発明の実施の形態を図 1 の実施例を参照して説明する。実施例において、先行例における部材と共通する部材には共通する参照符号を付与している。即ち、10 は支持フレーム、11 はアンカー部、21 はフレクチュア、2 は可動電極板、13 は微小突起、8 は固定電極基板、85 は酸化シリコン被膜より成る絶縁被膜を示している。

図 2 は図 1 の実施例の変形例を示す図である。図 1 の実施例においては、固定電極基板 8 は微小可動デバイス全体を支持する基板であると共に固定電極をも構成しているが、この変形例においては、固定電極 80 は固定電極基板 8 の表面に形成される絶縁被膜 85 の表面に別途に成膜形成されている。

【 0 0 1 5 】

この微小可動デバイスの実施例は、半導体シリコンより成る原材料基板に順次に薄膜成膜技術およびエッチング技術を含むマイクロマシニング技術を適用することにより製造され、アンカー部 11 とフレクチュア 21 とを介して支持フレーム 10 に結合保持される可動電極板 2 を有し、可動電極板 2 を支持フレーム 10 を介して固定電極基板 8 との間に所定間隔を有して電気絶縁状態に結合固定している。なお、微小可動デバイスの製造工程は、先の特願 2 0 0 1 - 2 2 7 6 1 3 明細書に詳細に図示説明されている。

【 0 0 1 6 】

以上の実施例においては、固定電極基板 8 およびアンカー部 11 を電極としてこれらの間に周期的に極性を変化する電圧を発生する電圧源 e を接続し、周期的に極性を変化する電圧を固定電極基板 8 と可動電極板 2 との間に印加して可動電極板 2 を駆動する構成を具備している。ここで、固定電極基板 8 と可動電極板 2 との間に電圧を印加して静電気力により可動電極板 2 を駆動して固定電極基板 8 に可動電極板 2 を吸着保持せしめた状態を第 1 の状態とし、固定電極基板 8 と可動電極板 2 との間に電圧を印加せずに両者を同電位としてフレクチュア 21 の復

元力により可動電極板 2 を固定電極基板 8 から間隔を有して保持した状態を第 2 の状態とし、2 状態間を図示されない電圧制御回路により切り替え制御する。

【0017】

図 3 を参照して電圧源 e を説明するに、図 3 (a) は正弦波電圧源 e の発生する波形を示し、図 3 (b) は矩形波電圧源 e の発生する波形を示し、図 3 (c) は三角波電圧源 e の発生する波形を示す。

微小可動デバイスにおいて、従来、固定電極基板 8 と可動電極板 2 との間に印加する電圧は極性の変化しない直流電圧であったが、この発明は直流電圧の代わりに図 3 に示される周期的に極性を変化する交流電圧を印加して可動電極板 2 を駆動することにより、微小可動デバイスの可動電極板 2 の固定電極基板 8 に対する貼り付きを防止している。即ち、微小可動デバイスにおける印加電圧のオンオフに対する可動電極板 2 の応答速度を勘案して、電圧源 e の発生する交流電圧の周期を極端に大きくしない限り、交流電圧の零交差時に可動電極板 2 に対する静電吸引力が減少して可動電極板 2 の保持が不安定になるという恐れはなく、交流電圧に依っても十分に可動電極板 2 を静電気力により駆動して固定電極基板 8 に吸着保持せしめる第 1 の状態を実現することができる。そして、一方の極性のみの電圧により可動電極板 2 を固定電極基板 8 に対して駆動吸引しておく従来例と比較して、交流電圧により可動電極板 2 を駆動吸引するこの発明は、電圧印加中に固定電極基板 8 と可動電極板 2 の間の絶縁被膜 8 5 に帯電する電荷は少なくなり、この帯電に起因する可動電極板 2 の復帰の時間遅れは小さくなる。

【0018】

ここで、図 4 を参照するに、固定電極基板と可動電極板との間に印加する電圧を周期的に極性を変化する電圧は、電圧印加開始直後の、第 2 の状態から第 1 の状態に変化する遷移期間のみ、固定電極基板に可動電極板を吸着保持せしめるに必要なとされる吸着保持電圧と比較して大なる電圧としている。図 4 (b) は遷移期間の電圧を極性の変化しない直流電圧波形とした例であり、これにより可動電極板 2 の切り替え速度を高めることができる。

図 5 は図 4 に示される正弦波電圧を微小可動デバイスの特定の具体例の固定電極基板 8 と可動電極板 2 との間に印加した場合の可動電極板 2 の挙動を示す図で

ある。図 5 において、電圧印加開始直後の可動電極板 2 の切り替えに最低限必要とされる電圧は約 80 v であるが、5 m s e c 程度の所望の切り替え速度を得る上においてこれより高い 100 v の電圧を印加している。駆動切り替え後の吸着保持電圧は 30 v 程度で充分である。駆動切り替え後の吸着保持電圧を切り替えに必要とされる電圧より低く維持することにより、微小可動デバイスの消費電力を節減することができる。

【 0 0 1 9 】

【発明の効果】

以上の通りであって、この発明によれば、微小可動デバイスにおける印加電圧のオンオフに対する可動電極板の応答速度を勘案して、電圧源の発生する交流電圧の周期を極端に大きくしない限り、交流電圧の零交差時に可動電極板に対する静電吸引力が減少して可動電極板の保持が不安定になるという恐れはなく、交流電圧に依っても十分に可動電極板を静電気力により駆動して固定電極基板に吸着保持せしめる第 1 の状態を実現することができる。そして、一方の極性のみの電圧により可動電極板を固定電極基板に対して駆動吸引しておく従来例と比較して、交流電圧により可動電極板を駆動吸引するこの発明は、電圧印加中に固定電極基板と可動電極板の間の絶縁被膜に帯電する電荷は少なくなり、この帯電に起因する可動電極板の復帰の時間遅れは小さくなる。

【 0 0 2 0 】

そして、周期的に極性を変化する電圧を、第 2 の状態から第 1 の状態に変化する遷移期間のみ、固定電極基板に可動電極板を吸着保持せしめるに必要とされる吸着保持電圧と比較して大とすることにより、可動電極板の切り替え速度を高めると共に、微小可動デバイスの消費電力を節減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施例を説明する図。

【図 2】

変形例を説明する図。

【図 3】

電圧源を説明する図。

【図 4】

他の電圧源を説明する図。

【図 5】

可動電極板の挙動を示す図。

【図 6】

従来例を説明する図。

【図 7】

先行例を説明する図。

【図 8】

第 2 の先行例を説明する図。

【図 9】

図 8 の続き。

【図 1 0】

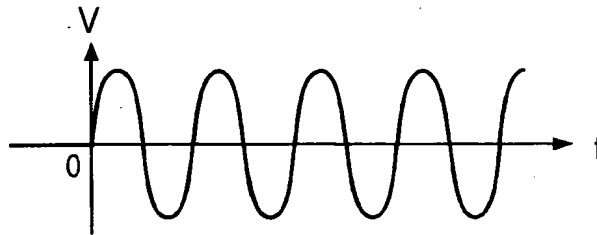
電圧駆動回路を説明する図。

【符号の説明】

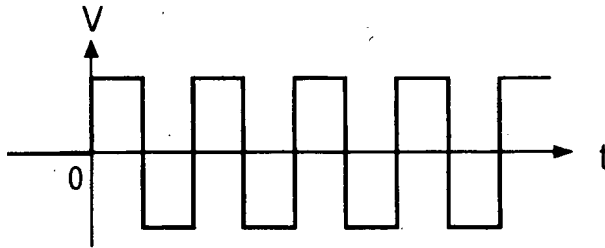
- | | |
|------------|------------|
| 1 0 支持フレーム | 1 1 アンカー部 |
| 2 可動電極板 | 2 1 フレクチュア |
| 3 固定電極基板 | 8 固定電極基板 |
| e 電圧源 | |

【图 3】

(a) 正弦波



(b) 矩形波



(c) 三角波

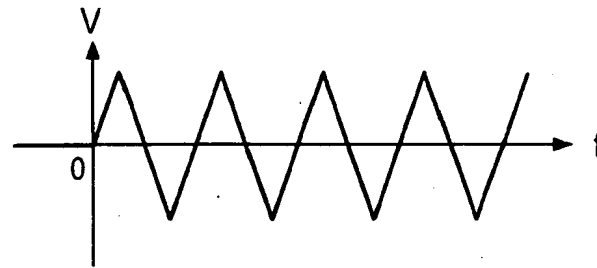
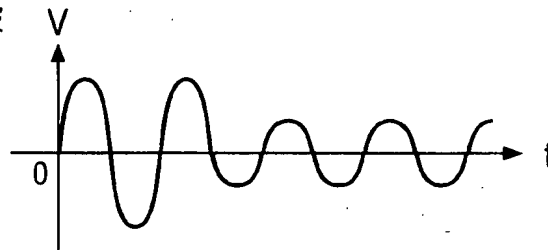


图3

【图 4】

(a) 正弦波 → 正弦波



(b) 矩形波 → 正弦波

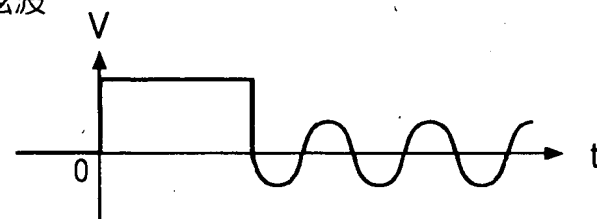


图4

【図 5】

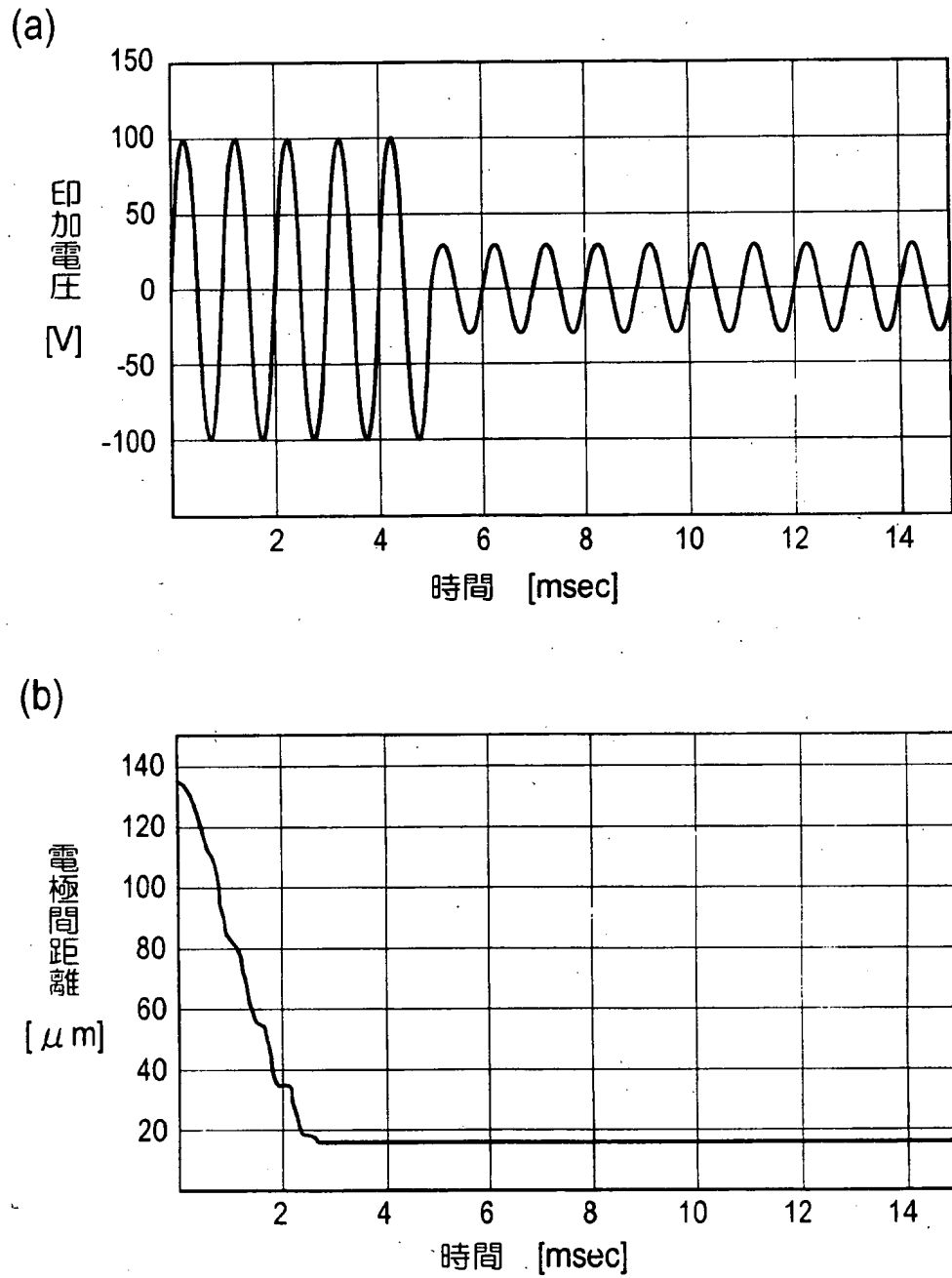


図5

【図 6】

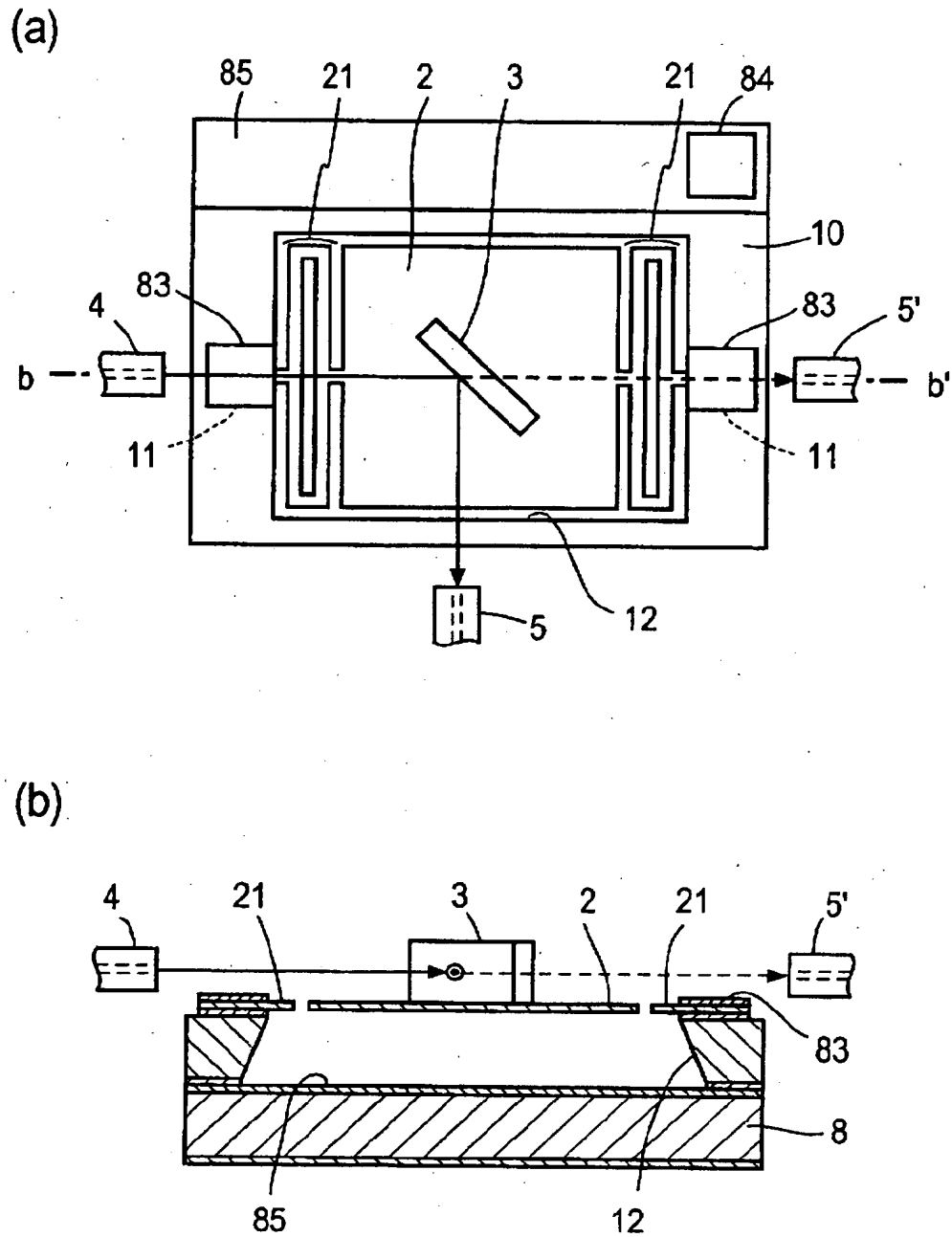


図 6

【図 7】

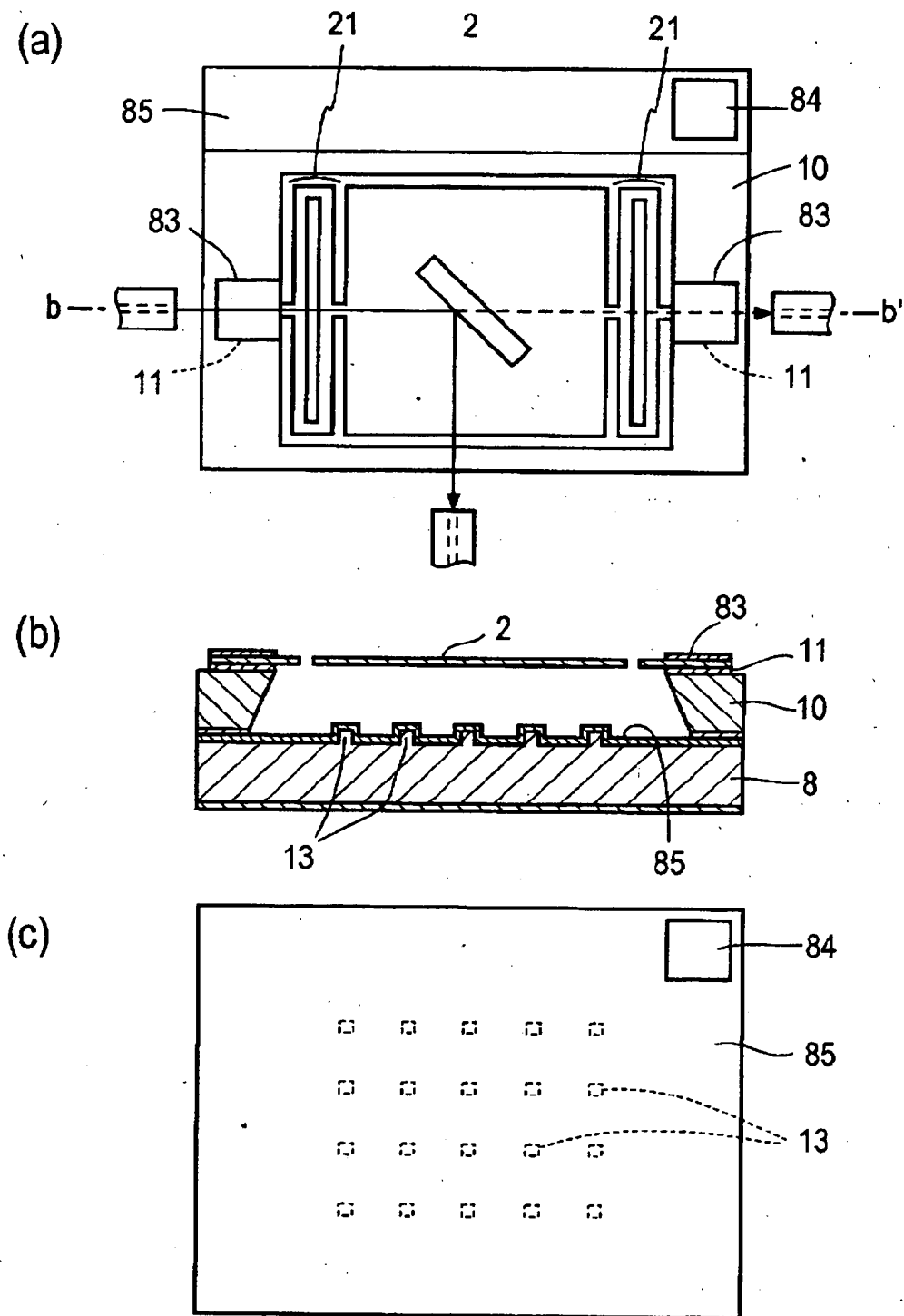


図 7

【図 8】

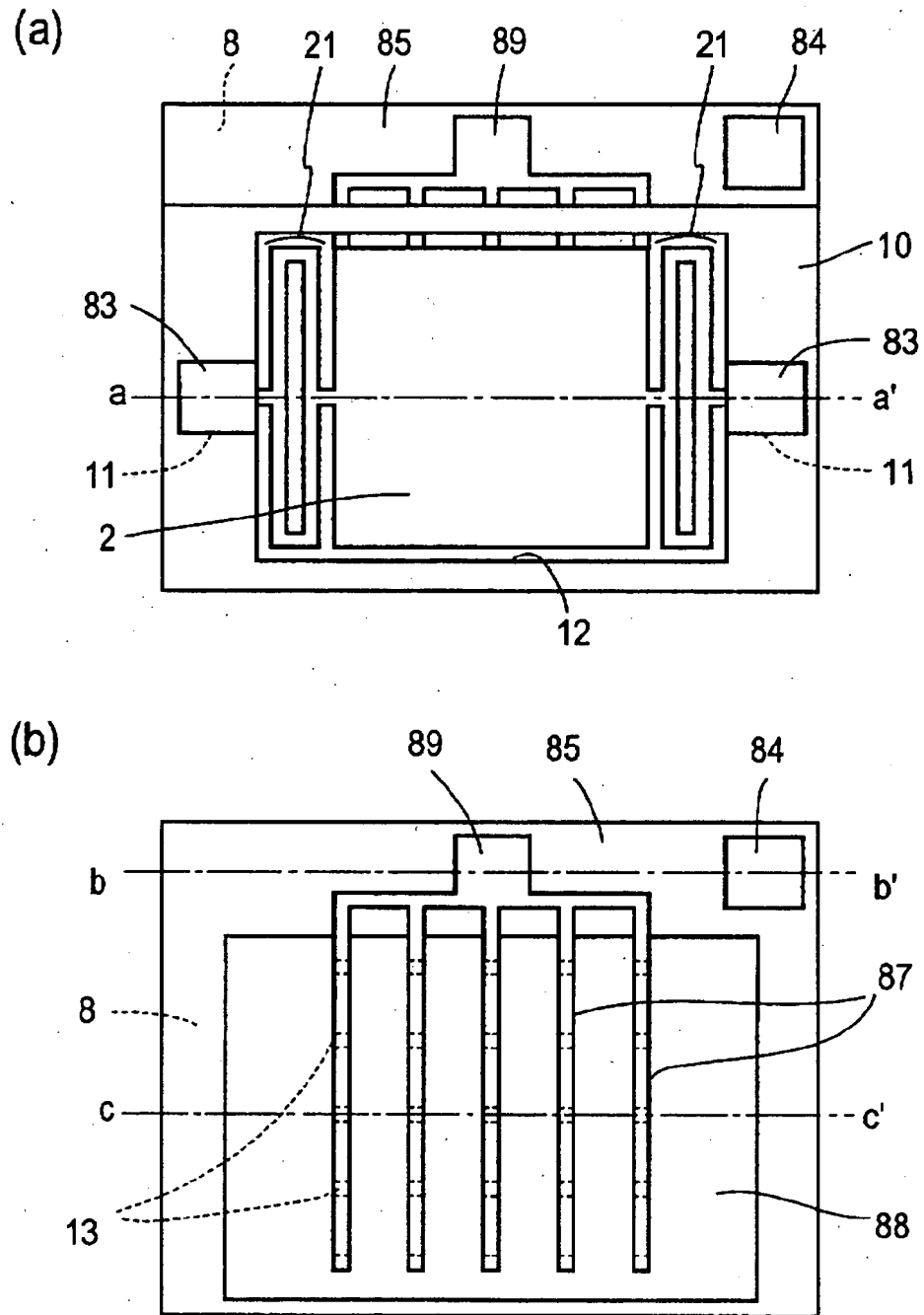


図8

【図 9】

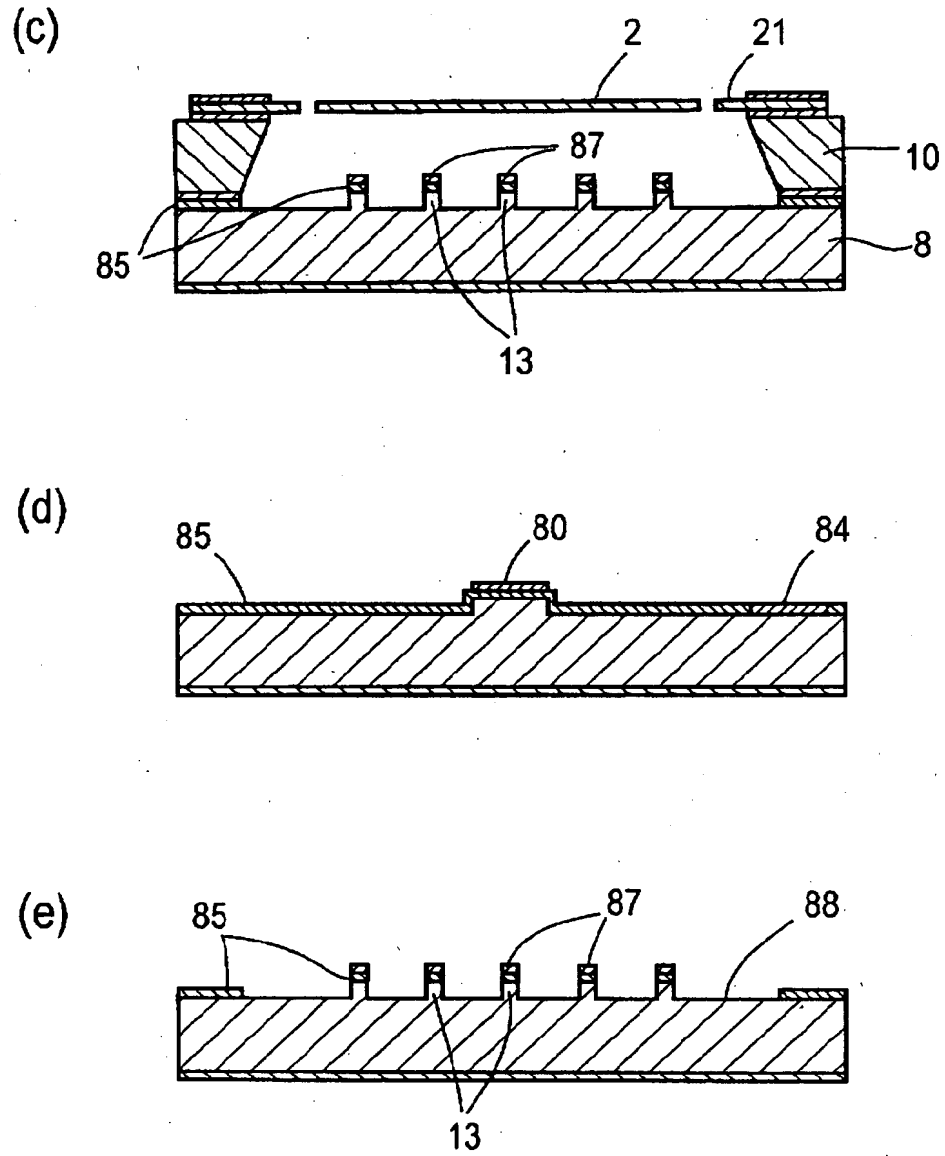


図 9

【図 1 0】

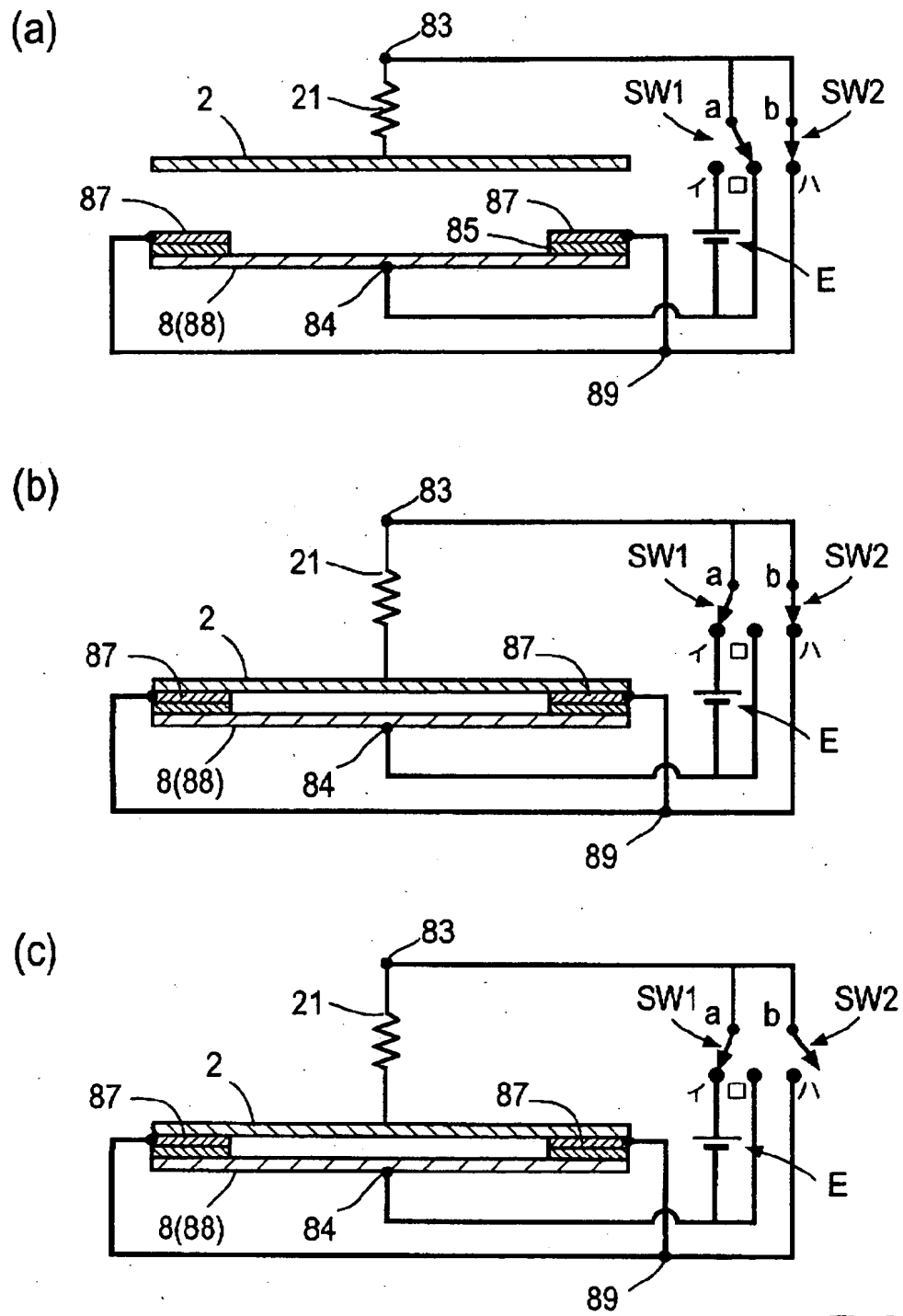


図10

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複雑な形状構造の可動電極板および固定電極基板を構成する必要なしに可動電極板の固定電極基板に対する貼り付きを防止する微小可動デバイスを提供する。

【解決手段】 固定電極基板 8 と、アンカー部 1 1 およびフレクチュア 2 1 を介して支持フレーム 1 0 に結合保持されて固定電極基板 8 との間に所定間隔を有する可動電極板 2 とを有し、固定電極基板 8 と可動電極板 2 との間に電圧を印加して静電気力により可動電極板 2 を駆動してこれを固定動電極基板 8 に吸着保持せしめるマイクロマシニング技術を適用して製造された微小可動デバイスにおいて、固定電極基板 8 と可動電極板 2 との間に印加する電圧として周期的に極性を変化する電圧を発生する電圧源 e を接続せしめた微小可動デバイス。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000231073]

1. 変更年月日 1995年 7月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都渋谷区道玄坂1丁目21番2号

氏 名 日本航空電子工業株式会社